



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 42 10 626 A 1

51 Int. Cl.⁵:
F 16 H 63/40
F 16 H 61/04
B 60 K 41/06
// F16H 59:38

21 Aktenzeichen: P 42 10 626.5
22 Anmeldetag: 31. 3. 92
43 Offenlegungstag: 7. 10. 93

DE 42 10 626 A 1

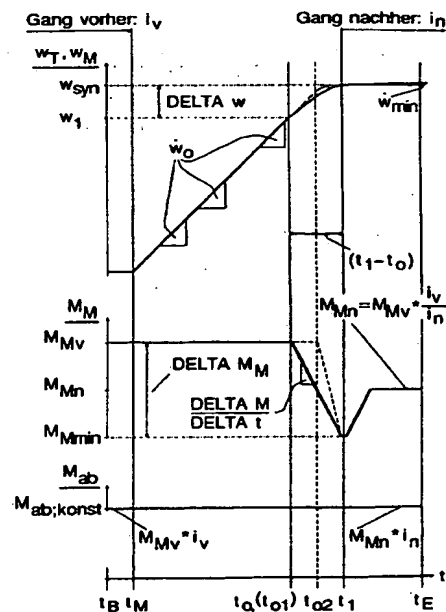
71 Anmelder:
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München, DE

72 Erfinder:
Hubrich, Bernhard, 8042 Oberschleißheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Steuern eines Rückschaltablaufs

57 In einem Verfahren zum Steuern eines Rückschaltablaufs bei einem elektronisch gesteuerten Automatikgetriebe in Kraftfahrzeugen, bei dem das Motor(dreh)moment innerhalb eines Zeitraumes vor Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit auf einen Minimalwert bei Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit reduziert wird, hängt der Zeitraum ($t_1 - t_0$) für die Reduzierung des Motormoments (M_M) vor Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit (w_{syn}) von einem vorgegebenen Motormomentreduzierungs-Gradienten ($\Delta M / \Delta t$) ab. Alternativ oder additiv wird der Minimalwert bei Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit als Soll-Motormoment (M_{Mmin}) bestimmt, das bei Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit (w_{syn}) einen kleinstmöglichen Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradienten (\dot{w}_{min}) - vorzugsweise Null - bewirkt.



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 93 308 040/170

9/50

DE 42 10 626 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum steuern eines Rückschaltablaufs nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der DE 29 34 477 C3 ist es bekannt, bei einer Rückschaltung kurz vor Erreichen des Synchronpunktes bzw. der Synchrondrehzahl eine Motormomentenreduzierung vorzunehmen, um ein weiches und nahezu ruckfreies Einkuppeln zu ermöglichen. — Unter Synchrondrehzahl ist die Motor- bzw. Turbinendrehzahl zu verstehen, die sich aus der Multiplikation der Abtriebsdrehzahl, d. h. der Drehzahl am Getriebeausgang, mit dem Übersetzungsfaktor des neuen Ganges ergibt. — In der DE 29 34 477 C3 wird die zu erwartende Synchrondrehzahl für den neuen Gang als Soll-Drehzahl der Turbine im Synchronpunkt vorbestimmt, die Ist-Drehzahl der Turbine ab Beginn des Rückschaltbefehls erfaßt und die Motormomentenreduzierung gestartet, wenn die Ist-Drehzahl der Turbine einen Wert erreicht hat, der sich aus der Subtraktion einer definierten Drehzahldifferenz von der vorbestimmten Synchrondrehzahl ergibt. Die Motormomentenreduzierung wird beendet, wenn eine Turbinendrehzahl erreicht wurde, die sich aus der Addition der vorbestimmten Synchrondrehzahl zu einer weiteren Drehzahldifferenz ergibt.

Dieser Entgegenhaltung fehlt jeder Hinweis, auf welche Weise die besagten Drehzahldifferenzen berechnet werden und welchen Wert das reduzierte Motormoment annimmt. Somit sind gerade die Größen, die den Komfort beim Einkuppeln beeinflussen, wie die Zeitdauer und die Intensität der Motormomentenreduzierung, in ihrer Auslegung unklar.

Es ist eine erste Aufgabe der Erfindung, den Beginn und das Ende der Motormomentenreduzierung genau zu definieren und es ist eine zweite Aufgabe der Erfindung, den Wert des Motormoments, auf das reduziert werden soll, genau zu bestimmen, so daß durch die Zeitdauer oder/und die Intensität der Motormomentenreduzierung optimaler Fahrkomfort erreicht wird.

Die erste Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird ein Motormomentreduzierungs-Gradient vorgegeben, von dem bei einem Rückschaltablauf der Zeitraum zur Motormomentenreduzierung vor Erreichen der Synchrondrehzahl bzw. der Synchronwinkelgeschwindigkeit abhängt. Dieser Motormomentreduzierungs-Gradient ist beispielsweise die Motormomentenänderung pro Zeiteinheit, mit der einerseits spürbare Motordrehzahländerungen bzw. Motorwinkelgeschwindigkeitsänderungen und andererseits zu langes Schleifen der Kupplung(en) verhindert werden. Der Motormomentreduzierungs-Gradient kann beispielsweise ein einziger fester allgemeingültiger Wert sein oder aus einem Kennfeld entnommen werden, das den Motormomentreduzierungs-Gradienten beispielsweise abhängig vom Gang, der Last, der Abtriebsdrehzahl, der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder der Motorwinkelgeschwindigkeit vorgibt.

Indem die Motormomentenreduzierung aufgrund eines vorgegebenen Motormomentreduzierungs-Gradienten vorgenommen wird, wird ein zeitlich starres Schema verhindert, wodurch die Zeitdauer der Motormomentenreduzierung flexibel an die Komfortanforderungen zu jedem Fahrzustand angepaßt wird.

Die zweite Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 2 gelöst.

Gemäß Patentanspruch 2 wird das Soll-Motormoment im Synchronpunkt derart gewählt, daß während des Einkuppelns die Motor- bzw. Turbinenwinkelgeschwindigkeit konstant auf dem Wert der Synchronwinkelgeschwindigkeit verbleibt und damit an der Antriebs- und Abtriebsseite der schließenden Kupplung zumindest nahezu die gleiche Drehzahl vorliegt, so daß der Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradient während des Einkuppelns zumindest nahezu Null bleibt. Ist ein Soll-Motormoment zum Erreichen dieses optimalen Zieles, beispielsweise durch Zündwinkelverstellung nicht erreichbar, wird das minimal mögliche Motormoment als Soll-Motormoment gesetzt, so daß während des Einkuppelns ein kleinstmöglicher Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradient erreicht wird.

Ein derartiges Soll-Motormoment wird vorzugsweise mittels einer bekannten, üblicherweise in elektronischen Motorsteuergeräten abgelegten Kennlinie, die dem Getriebesteuergerät beispielsweise über eine Busverbindung zur Verfügung gestellt werden kann, bestimmt. Diese Kennlinie, die auch unter dem Begriff "Zug-Schub-Kennlinie" bekannt ist, ordnet im lastlosen Betriebszustand, d. h. bei einem Betriebszustand, in dem der Motor lediglich interne Reibleistung und Verlustleistung durch den Antrieb von Nebenaggregaten aufbringt, jeder Drehzahl ein Motormoment zu, mit dem die jeweilige Drehzahl konstant gehalten werden kann. Dieser lastlose Betriebszustand ist mit dem Betriebszustand bei einem Gangwechsel nahezu identisch, wenn der Kraftschluß des alten Ganges gelöst und der des neuen Ganges noch nicht hergestellt ist. Zwar wird bei einem Gangwechsel der Kraftschluß zwischen den Kupplung(en) des alten Ganges nicht zwingend vollständig unterbrochen, jedoch wird dieser Fall vereinfacht angenommen, da auch bei einer nicht vollständigen Kraftschlußunterbrechung ein eher lastloser Betriebszustand vorherrscht. Daher kann entsprechend dieser Kennlinie die Synchrondrehzahl bzw. Synchronwinkelgeschwindigkeit der konstant zu haltenden Drehzahl und das der konstant zu haltenden Drehzahl zugeordnete Motormoment dem erfindungsgemäßen Soll-Motormoment gleichgesetzt werden.

Mit der Bestimmung eines Soll-Motormoments, das eine kleinstmögliche Änderung der Motor- bzw. Turbinenwinkelgeschwindigkeit im und nach dem Synchronpunkt bei erneutem Kraftschluß bewirkt, werden Schalt-rucke beim Einkuppeln bestmöglich verhindert.

Die in den Hauptansprüchen angegebenen Verfahren bilden in Kombination miteinander die vorteilhafteste Lösung der gestellten Aufgabe, insbesondere während Rückschaltabläufen optimalen Fahrkomfort zu erreichen.

Die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen stellen vorteilhafte Weiterbildungen der in den Hauptansprüchen angegebenen Verfahren dar.

Der Gegenstand des Unteranspruchs 3 beschäftigt sich mit einer Berechnungsmöglichkeit der Motormomentendifferenz, um die das Motormoment reduziert werden soll. Diese Motormomentendifferenz ergibt sich aus der Subtraktion des vorbestimmten Soll-Motormoments bei Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit

vom Ist-Motormoment bei Beginn des Rückschaltablaufs.

Auch das Ist-Motormoment bei Beginn des Rückschaltablaufs ist aus beispielsweise im Motorsteuergerät abgelegten Kennfeldern ermittelbar, die in bekannter Weise aktuellen Fahrzeuginformationen, z. B. der Last, der Motorwinkelgeschwindigkeit, der Einspritzmenge und/oder dem Zündwinkel, jeweils ein zugehöriges, theoretisch zu erwartendes Motormoment zuordnen. Die benötigte Information aus diesen Kennfeldern kann z. B. vom Getriebesteuergerät über eine Busverbindung zwischen Getriebe- und Motorsteuergerät beschafft werden.

Somit kann durch im Fahrzeug ohnehin vorhandene Informationen auf einfache Weise die Motormomentendifferenz, um die das Motormoment auf das vorbestimmte Soll-Motormoment reduziert werden soll, ermittelt werden.

Gemäß Unteranspruch 4 ist es vorteilhaft, durch Division der Motormomentendifferenz, um die das Motormoment reduziert werden soll, durch den Motormomentreduzierungs-Gradienten die Soll-Zeitdauer des Motoreingriffs zu berechnen.

Die Information der Zeitdauer des Motoreingriffs kann für die Berechnung des Beginns der Motormomentenreduzierung verwendet werden.

Die vorgenannten Maßnahmen beschäftigen sich mit der Bestimmung von Soll-Zeitdauer und Soll-Intensität der Motormomentenreduzierung. Daraus wird mit den folgenden Maßnahmen der Beginn der Motormomentenreduzierung berechnet:

Unteranspruch 5 geht davon aus, daß innerhalb der vorbestimmten Soll-Zeitdauer der Motormomentenreduzierung in Verbindung mit dem vorgegebenen Motormomentreduzierungs-Gradienten eine zu erwartende Motorwinkelgeschwindigkeitsänderung vorherbestimmbar ist, da bekannterweise ein direkter Zusammenhang zwischen dem Motormomentreduzierungs-Gradienten und dem Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradienten besteht. Der Beginn der Motormomentenreduzierung wird daher nicht zeitlich gesteuert, sondern abhängig von der Motorwinkelgeschwindigkeit. Die den Beginn der Motormomentenreduzierung bestimmende Motorwinkelgeschwindigkeit wird berechnet, indem von der vorbestimmten Synchronwinkelgeschwindigkeit die zu erwartende Motorwinkelgeschwindigkeitsänderung innerhalb der Soll-Zeitdauer der Motormomentenreduzierung subtrahiert wird.

Dieser motorwinkelgeschwindigkeits-abhängige Beginn der Motormomentenreduzierung gewährleistet beim Einkuppeln im Synchronpunkt ein Ist-Motormoment, das dem vorher bestimmten Soll-Motormoment optimal entspricht.

Der Gegenstand des Unteranspruchs 6 ist ein Verfahren zur möglichst genauen Berechnung der zu erwartenden Motorwinkelgeschwindigkeitsänderung innerhalb der Soll-Zeitdauer der Motormomentenreduzierung. Nach der Kraftschlußunterbrechung in der (den) dem alten Gang zugeordneten Kupplung(en) bei Beginn des Rückschaltablaufs und vor Beginn der Motormomentenreduzierung erhöht sich die Motorwinkelgeschwindigkeit mit einem zu ermittelnden linearen Gradienten, der auch bei Beginn der Motormomentenreduzierung gültig ist. Der nach Ablauf der Motormomentenreduzierung zu erwartende Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradient ist ebenfalls bekannt, da er entweder als Voraussetzung zur Bestimmung des Soll-Motormoments im Synchronpunkt diene oder mit dem im Synchronpunkt minimal erreichbaren Motormoment der kleinstmögliche Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradient ist. Somit kann vor Beginn der Motormomentenreduzierung die während der Soll-Zeitdauer der Motormomentenreduzierung zu erwartende Motorwinkelgeschwindigkeitsänderung aus folgenden Größen vorbestimmt werden:

- aus dem Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradienten vor Beginn der Motormomentenreduzierung,
- aus dem Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradienten am Ende der Motormomentenreduzierung,
- aus der Soll-Zeitdauer der Motormomentenreduzierung, die sich durch die Motormomentendifferenz, um die das Motormoment reduziert werden soll, und durch den vorgegebenen Motormomentreduzierungs-Gradienten ergibt, sowie
- aus der Synchronwinkelgeschwindigkeit, d. h. der Motorwinkelgeschwindigkeit am Ende der Motormomentenreduzierung bzw. im Synchronpunkt, die aus der Gangübersetzung und der Abtriebswinkelgeschwindigkeit am Getriebeausgang berechenbar ist.

Mit einer genauen Vorherbestimmung der Auswirkungen der geplanten Motormomentenreduzierung auf die Motorwinkelgeschwindigkeit kann eine optimale Übereinstimmung der Ist-Motorwinkelgeschwindigkeit bzw. des Ist-Motormoments mit der vorbestimmten Soll-Motorwinkelgeschwindigkeit bzw. mit dem vorbestimmten Soll-Motormoment erreicht werden.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Sie zeigt die Zeitverläufe der Motorwinkelgeschwindigkeit w_M bzw. der Turbinenwinkelgeschwindigkeit w_T , des Motormoments M_M und des Abtriebsmoments M_{ab} in einem Kraftfahrzeug während einer Rückschaltung.

In diesem Ausführungsbeispiel wird von einem hier nicht dargestellten elektronisch gesteuerten Automatikgetriebe mit Drehmomentwandler ausgegangen, bei dem die Motor- und Turbinenwinkelgeschwindigkeiten w_M und w_T bei unterbrochenem oder nahezu unterbrochenem Kraftschluß zwischen Getriebeeingang und Getriebeausgang nahezu gleiche Werte annehmen. Daher wird im folgenden zwischen Motor- und Turbinenwinkelgeschwindigkeit w_M und w_T nicht unterschieden und nur noch die Motorwinkelgeschwindigkeit w_M erwähnt. Weiterhin wird vereinfacht von einem vollständig unterbrochenem Kraftschluß zwischen Getriebeeingang und Getriebeausgang bei Abschalten der dem alten Gang zugeordneten Kupplung(en) ausgegangen.

Das elektronisch gesteuerte Automatikgetriebe umfaßt ein Steuergerät, das abhängig von Eingangssignalen über verschiedene Fahrzeuggrößen, wie z. B. die Abtriebsdreh-Zahl bzw. die Fahrzeuggeschwindigkeit oder den Drosselklappenöffnungswinkel bzw. die Fahrpedalstellung, entscheidet, wann ein Gangwechsel stattfinden muß. Liegen Werte von Fahrzeuggrößen vor, aufgrund derer eine Rückschaltung stattfinden muß, leitet das Steuerge-

rät mit dem Signal "Schaltungsbeginn" zum Zeitpunkt t_B diese Rückschaltung ein. Die in der Zeichnung dargestellten Zeitverläufe stellen Vorgänge ab diesem "Schaltungsbeginn" zum Zeitpunkt t_B dar.

Mit dem Signal "Schaltungsbeginn" wird ein elektrisches Signal abgegeben, das das Öffnen der Kupplung(en) im Getriebe zur Unterbrechung des Kraftschlusses zwischen Getriebeeingang und Getriebeausgang startet. Das Öffnen der Kupplungen ist ein hydraulischer Vorgang mit einer zeitlichen Verzögerung von $t_M - t_B$.

Zum Zeitpunkt t_M ist der Kraftschluß unterbrochen. Die Motorwinkelgeschwindigkeit w_M steigt mit einem Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradienten \dot{w}_0 an, der von dem Massenträgheitsmoment J der nach Unterbrechung des Kraftschlusses noch vom Motor angetriebenen Motor- und Getriebeteile abhängt.

Während des Anstiegs der Motorwinkelgeschwindigkeit w_M vom Zeitpunkt t_M bis zum Beginn der Motormomentenreduzierung zum Zeitpunkt t_0 (bzw. t_{01} oder t_{02}) wird das Motormoment M_M konstant auf dem Wert M_{Mv} , der bereits vor Schaltungsbeginn vorlag, gehalten. Durch das konstante Motormoment M_{Mv} bleibt wegen des direkten Zusammenhangs zwischen Motormoment und Motorwinkelgeschwindigkeit auch der Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradient \dot{w}_0 konstant. Der Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradient \dot{w}_0 wird beispielsweise aus der zeitlichen Änderung der gemessenen Motordrehwinkelgeschwindigkeit berechnet.

Weiterhin wird während der Zeit $t_0 - t_M$ für den nach der Rückschaltung vorliegenden Gang mit der Übersetzung i_n und für die während des Rückschaltvorgangs vereinfacht als konstant angenommene, hier nicht dargestellte Abtriebswinkelgeschwindigkeit w_{ab} die Synchronwinkelgeschwindigkeit w_{syn} mit der Formel $w_{syn} = w_{ab} \cdot i_n$ berechnet.

In der Zeit $t_0 - t_M$ wird außerdem aus bekannten, hier nicht dargestellten Kennfeldern, vorzugsweise aus der "Zug-Schubkennlinie", das Motormoment M_{Mmin} ermittelt, das bei Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit zum Zeitpunkt t_1 einen minimal möglichen, vorzugsweise gegen Null gehenden Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradienten \dot{w}_{min} bewirkt.

Während der Momentenreduzierung innerhalb des bekannten Zeitraumes zwischen den unbekannten Zeitpunkten t_0 bis t_1 muß also das vorher konstantgehaltene Motormoment M_{Mv} um die Motormomentendifferenz $\Delta M_M = M_{Mv} - M_{Mmin}$ reduziert werden.

Die Zeitdauer der Motormomentenreduzierung $(t_1 - t_0)$ um den Wert $\Delta M_M = M_{Mv} - M_{Mmin}$ ergibt sich durch einen im Getriebesteuergerät abgespeicherten, vorbestimmten Motormomentreduzierungs-Gradienten $\Delta M / \Delta t$, der beispielsweise für alle Rückschaltabläufe den gleichen Wert besitzt, zu:

$$(t_1 - t_0) = \frac{(M_{Mv} - M_{Mmin})}{\Delta M} * \Delta t$$

In der Zeichnung sind mit dem durchgezogenen und dem gestrichelten Verlauf des Motormoments M_M zwei Möglichkeiten für die Zeitdauer einer Motormomentenreduzierung eingetragen, $t_1 - t_{01}$ und $t_2 - t_{02}$, wobei der gestrichelte Verlauf zeigt, daß mit einem größeren Gradienten eine kürzere Zeitdauer erreicht werden kann. Im folgenden wird zwischen t_{01} und t_{02} jedoch nicht unterschieden und der Zeitpunkt t_{01} gleich t_0 für den zeitlich unbekannten Beginn der Motormomentenreduzierung gesetzt.

Dem Zeitpunkt t_0 ist ein Motorwinkelgeschwindigkeitswert w_1 zugeordnet, bei dem die Motormomentenreduzierung begonnen wird. Dieser Motorwinkelgeschwindigkeitswert w_1 wird ebenfalls während des Zeitraums $t_0 - t_M$ berechnet, indem von der vorherbestimmten Synchronwinkelgeschwindigkeit w_{syn} eine Motorwinkelgeschwindigkeitserhöhung Δw abgezogen wird, die während der Zeitdauer $(t_1 - t_0)$ durch die Momentenreduzierung zu erwarten ist: $w_1 = w_{syn} - \Delta w$.

Die Motorwinkelgeschwindigkeitsdifferenz Δw wird aus den bekannten Informationen und den bisher ermittelten Größen, beispielsweise wie folgt, berechnet:

$$\Delta w = \text{Integral} \int_{t_0}^{t_1} \dot{w} * dt$$

$$\text{mit } \dot{w} = \dot{w}_0 - t * \frac{\dot{w}_0 - \dot{w}_{min}}{t_1 - t_0}$$

$$\Delta w = \text{Integral} \int_{t_0}^{t_1} \left(\dot{w}_0 - t * \frac{\dot{w}_0 - \dot{w}_{min}}{t_1 - t_0} \right) * dt$$

$$\Delta \omega = \left(t \cdot \dot{\omega}_0 - t^2 \cdot \frac{\dot{\omega}_0 - \dot{\omega}_{\min}}{2(t_1 - t_0)} \right) \Big|_{t_0}^{t_1}$$

$$\Delta \omega = (t_1 - t_0) \cdot \dot{\omega}_0 - (t_1^2 - t_0^2) \cdot \frac{\dot{\omega}_0 - \dot{\omega}_{\min}}{2(t_1 - t_0)}$$

Läßt man beispielsweise die Zeitachse bei t_0 mit Null beginnen und setzt man auch $\dot{\omega}_{\min}$ für den Optimalfall zu Null, vereinfacht sich die Formel mit $t_1 = (t_1 - t_0)$ auf:

$$\Delta \omega = t_1 \cdot \frac{\dot{\omega}_0}{2}$$

Mit dieser Vereinfachung beginnt demnach die Motormomentenreduzierung bei einer Motorwinkelgeschwindigkeit ω_1 von:

$$\omega_1 = \omega_{\text{syn}} - t_1 \cdot \frac{\dot{\omega}_0}{2}$$

Dabei stimmt t_1 mit der vorher aus der Motormomentendifferenz $\Delta M_M = M_{Mv} - M_{M\min}$ und dem Motormomentreduzierungs-Gradienten $\Delta M / \Delta t$ berechneten Zeitdauer $(t_1 - t_0)$ überein.

Zum Zeitpunkt t_1 , der mit dem Synchronpunkt übereinstimmt, wird die Motormomentenreduzierung beendet und der Kraftschluß im neuen Gang wiederhergestellt.

Ist dieser Vorgang abgeschlossen, wird das Motormoment mit einem definierten Gradienten, der z. B. gleich dem Motormomentreduzierungs-Gradienten $\Delta M / \Delta t$ sein kann, beispielsweise wieder auf den vor dem Schaltvorgang vorliegenden Wert M_{Mv} erhöht oder wie in dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel auf einen neu berechneten Wert M_{Mn} erhöht. M_{Mn} ist das Motormoment, das nötig ist, um das Abtriebsmoment M_{ab} am Getriebeausgang im neuen Gang — mit der Übersetzung i_n — auf demselben Wert $M_{ab;\text{konst}}$ zu halten, der bereits im vorherigen Gang — mit der Übersetzung i_v — vorlag. Das Abtriebsmoment M_{ab} am Getriebeausgang berechnet sich allgemein aus der Multiplikation des aktuellen Motormoments mit der aktuellen Getriebeübersetzung.

Vor dem Gangwechsel:

$$M_{ab} = M_{Mv} \cdot i_v$$

Nach dem Gangwechsel:

$$M_{ab} = M_{Mn} \cdot i_n$$

Soll das Abtriebsmoment M_{ab} vor und nach dem Gangwechsel auf dem konstanten Wert $M_{ab;\text{konst}}$ gehalten werden, berechnet sich das nach dem Gangwechsel einzustellende Motormoment M_{Mn} wie folgt:

$$\text{aus } M_{ab;\text{konst}} = M_{Mv} \cdot i_v = M_{Mn} \cdot i_n \text{ ergibt sich } M_{Mn} \text{ zu:}$$

$$M_{Mn} = M_{Mv} \cdot \frac{i_v}{i_n}$$

Mit dem so berechneten Motormoment M_{Mn} ist ein beschleunigungsfreies Weiterfahren nach der Rückschaltung möglich.

Mit dieser Erfindung ist für jede Rückschaltung bei allen Betriebszuständen ein optimaler Fahrkomfort möglich, ohne im Getriebesteuergerät zusätzliche speicherplatzintensive Kennfelder abspeichern zu müssen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Rückschaltablaufs bei einem elektronisch gesteuerten Automatikgetriebe in Kraftfahrzeugen, bei dem das Motor(dreh)moment innerhalb eines Zeitraumes vor Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit auf einen Minimalwert bei Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit reduziert wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitraum $(t_1 - t_0)$ für die Reduzierung des Motormoments (M_M) vor Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit (ω_{syn}) von einem vorgegebenen Motormo-

mentreduzierungs-Gradienten ($\Delta M / \Delta t$) abhängt.

2. Verfahren zum Steuern eines Rückschaltablaufs bei einem elektronisch gesteuerten Automatikgetriebe in Kraftfahrzeugen, bei dem das Motor(dreh)moment innerhalb eines Zeitraumes vor Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit auf einen Minimalwert bei Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit reduziert wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Minimalwert als Soll-Motormoment (M_{Mmin}) bestimmt wird, das bei Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit (w_{syn}) einen kleinstmöglichen Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradienten (\dot{w}_{min}) vorzugsweise Null — bewirkt.

3. Verfahren nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Motormomentendifferenz (ΔM_M), um die das Motormoment (M_M) reduziert werden soll, aus der Subtraktion des Soll-Motormoments (M_{Mmin}) vom Ist-Motormoment (M_{Mv}) bei Beginn des Rückschaltablaufs gebildet wird.

4. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitraum ($t_1 - t_0$) aus der Division der Motormomentendifferenz (ΔM_M) durch den vorgegebenen Motormomentreduzierungs-Gradienten ($\Delta M / \Delta t$) berechnet wird.

5. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Motormomentreduzierung bei einer Motorwinkelgeschwindigkeit (w_1) begonnen wird, die aus der Subtraktion der während des Zeitraums ($t_1 - t_0$) zu erwartenden Motorwinkelgeschwindigkeitsänderung (Δw) von der Synchronwinkelgeschwindigkeit (w_{syn}) berechnet wird.

6. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die während des Zeitraums ($t_1 - t_0$) zu erwartende Motorwinkelgeschwindigkeitsänderung (Δw) abhängig von dem bei Beginn der Motormomentreduzierung ermittelten Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradienten (\dot{w}_0) und dem bei Erreichen der Synchronwinkelgeschwindigkeit (w_{syn}) zu erwartenden Motorwinkelgeschwindigkeits-Gradienten (\dot{w}_{min}) berechnet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

